

# Desain Pabrik Alginat dari Rumput Laut Cokelat Jenis *Sargassum Crassifolium* dengan Jalur Asam Kapasitas 2205 Ton Per Tahun

Anggoro Admojo Pradiptaningtyas, Handly Michael Backer Leegstra, dan Firman Kurniawansyah  
Departemen Teknik Kimia, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)  
*e-mail*: fkurniawan@chem-eng.its.ac.id

**Abstrak**—Rumput laut cokelat atau *sargassum sp* merupakan salah satu jenis dari 3 jenis rumput laut. Pada rumput laut cokelat terdapat senyawa alginat yang sering digunakan sebagai pengental dalam industri makanan, kosmetik, obat, hingga industri kertas dan cat. Kebutuhan alginat di Indonesia sendiri diestimasikan naik 2,9 % tiap tahunnya. Alginat ini sendiri belum diproduksi di Indonesia dan seluruh kebutuhan dalam negeri bergantung pada impor alginat dari luar negeri. Tentunya hal ini kurang berdampak baik karena Indonesia mengeksport rumput laut (bahan mentah) yang harganya murah dan mengimpor produk jadi alginat yang harganya lebih mahal. Padahal Indonesia sendiri diyakini mampu untuk memproduksi sendiri alginat untuk kebutuhan dalam negeri. Untuk memproduksi alginat ini diperlukan beberapa tahapan, diantaranya adalah *size reduction, acid treatment, formaldehyde treatment, alkaline extraction, separation, bleaching, precipitation, dan dewatering*. Dalam pendirian pabrik ini akan direncanakan untuk menghasilkan 2.205 ton alginat per tahun. Pabrik ini akan dibangun di Kota Bitung, Sulawesi Utara dengan mempertimbangkan beberapa aspek seperti ketersediaan bahan baku, utilitas, iklim, cuaca, dan ketersediaan lahan. Proses dari produksi ini meliputi 3 tahap utama, yakni *pre-treatment, ekstraksi, dan proses pengeringan*. Pada aspek ekonomi pabrik ini memiliki *Internal Rate of Return IRR = 22,12%* yang sudah diatas bunga bank yang sebesar 9,95%. Selanjutnya *Pay Out Time (POT)* selama 3,77 tahun. Nilai BEP 77,07%. Nilai BEP dibawah dari 100% ini berarti bahwa nilai jual produk alginat per taunnya melebihi dari nilai ongkos produksi alginat sehingga hal ini sangat baik dan terakhir nilai NPV sebesar Rp. 232.018.644.824,6.

**Kata Kunci**— Alginat, Sargassum, Rumput Laut.

## I. PENDAHULUAN

MENURUT penuturan dari Dirjen Penguatan Daya Saing Produk Kelautan dan Perikanan (PDSPKP) Budi Sulistiyo, kabupaten wakatobi merupakan salah satu daerah penghasil rumput laut yang sangat potensial di Sulawesi Tenggara. Sebagai gambaran, pada 2022, produksi rumput laut kering di daerah ini mencapai 3.951 ton. Adapun potensi lahan yang tersedia seluas 5.236 ha dan tersebar di Pulau Wangi-Wangi, Kaledupa, dan Tomia.

Berdasarkan data Kementerian Kelautan dan Perikanan (KKP) menunjukkan, produksi rumput laut Indonesia mencapai 9,12 juta ton pada 2021. Dengan potensi yang dimiliki, sampai dengan September 2022, volume ekspor rumput laut Indonesia di angka 180,6 ribu ton dengan nilai mencapai USD455,7 juta, atau meningkat 93% dibanding periode sama di 2021. Adapun negara tujuan ekspor yang utama adalah Tiongkok.

Badan Pusat Statistik (BPS) menyatakan bahwa, produksi rumput laut di Indonesia tersebar di 23 provinsi. Peringkat lima besar provinsi penghasil rumput laut adalah Sulawesi

Selatan, Nusa Tenggara Timur, Kalimantan Utara, Sulawesi Tengah, dan Nusa Tenggara Barat. Dengan data menunjukkan bahwa Sulawesi Selatan menghasilkan 1,63 juta ton rumput laut basah pada 2020. Kemudian Nusa Tenggara Timur menghasilkan 1,03 juta ton rumput laut basah. Selanjutnya Kalimantan Utara menghasilkan 441,1 ribu ton rumput laut basah. Diikuti Sulawesi Tengah dengan 419,9 ribu ton rumput laut basah. Kemudian disusul Nusa Tenggara Barat yang menghasilkan 402,6 ribu ton rumput laut basah.

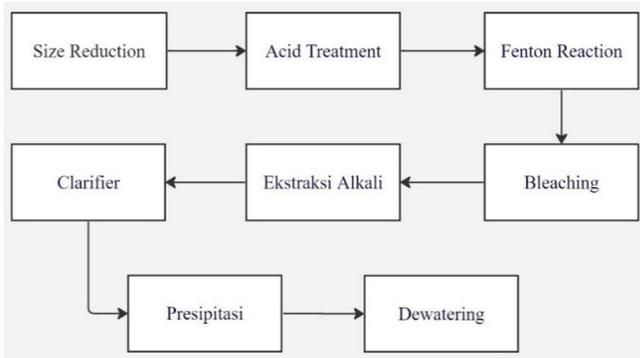
Data pada Badan Pusat Statistika juga mencatat rumput laut Indonesia memiliki andil besar dalam pasar rumput laut dunia. Menurut data International Trade Center, pada 2018 ekspor rumput laut Indonesia dalam bentuk bahan mentah menduduki peringkat pertama dunia, yakni mencapai 205,76 ribu ton.

Menurut Badan Pusat Statistik, pada tahun 2020 nilai ekspor rumput laut dari Indonesia ke Negeri Tiongkok mencapai US\$149,3 juta dengan volume 148,3 ribu ton. Korea Selatan berada di peringkat kedua dengan nilai ekspor rumput laut US\$9,6 juta dan volume 7,8 ribu ton. Setelahnya ada Chili dengan nilai ekspor rumput laut sebesar US\$5,8 juta dan volume 3,4 ribu ton. Sedangkan, nilai ekspor rumput laut dari Indonesia ke Vietnam tercatat sebesar US\$3,8 juta dengan volume 6,1 ribu ton. Kemudian, nilai ekspor rumput laut ke Prancis sebesar US\$3,6 juta dengan volume 3,3 ribu ton. Jika ditotal maka nilai ekspor rumput laut Indonesia bernilai US\$181,4 juta pada tahun 2020 dimana ini turun 15,7% dari tahun 2019 yang bernilai US\$215,2 juta. Berat ekspor rumput laut Indonesia pada tahun 2020 juga menurun dari yang tahun 2020 sebesar 177,9 ribu ton turun 7% dari 191,2 ribu ton pada tahun 20.

Alginat cukup sering terutilisasi di Indonesia sebagai bahan baku pada makanan khususnya pada produk tepung gandum dalam pembuatan mie instan dan roti, juga terpakai pada sektor farmasi sebagai pembungkus obat yang resisten terhadap asam lambung. Hal ini yang mendorong pembuatan tugas pra-desain pabrik ini, karena Indonesia lebih sering melakukan import alginat dikarenakan belum adanya industri alginat di Indonesia ini.

Dalam pembuatan alginat dibutuhkan beberapa proses yang harus dilakukan untuk mendapatkan hasil operasi yang efektif dan efisien. Tahapan proses produksi alginat yang dilalui diberikan pada Gambar 1.

Proses diawali dengan tahap preparasi yang merupakan persiapan rumput laut untuk menuju ke tahap selanjutnya yaitu ekstraksi. Pada tahap preparasi ini rumput laut kering akan direduksi ukurannya hingga 5-10 mm<sup>2</sup>. Hal ini dilakukan dengan tujuan untuk mempercepat laju reaksi antara formalin, asam, dan alkali nantinya dengan alginat



Gambar 1. Tahapan proses produksi alginat.

yang ada di dalam rumput laut. Selanjutnya pada rumput laut coklat umumnya alginat terdapat dalam garam kalsium alginat, maka dari itu diperlukan adanya *acid treatment* dengan menggunakan mineral asam encer untuk mengubah kalsium yang tidak terlarut tersebut menjadi natrium alginat yang terlarut agar pada proses ekstraksi nantinya lebih efisien. Setelah melalui proses *acid treatment*, preparasi rumput laut dilanjut dengan melakukan *formaldehyde treatment*. Pada proses ini perubahan warna dapat dikurangi lebih lanjut dengan perlakuan awal dengan formaldehid. Gugus fenol yang terdapat pada rumput laut bereaksi dengan formaldehid dan akan menghasilkan monomethylol phenol yang berfungsi sebagai zat polimerisasi untuk membantu menghilangkan zat pigmentasi dari alginat yang akan terbentuk. Proses *pre-treatment* selanjutnya adalah *bleaching*. Karena lebih sedikit degradasi rantai alginat yang terjadi ketika diolah dengan natrium hipoklorit ( $\text{NaClO}$  kelarutan 2.4%), kadang-kadang ditambahkan ke ekstrak alkali yang telah diklarifikasi/disaring. Proses ini dilakukan untuk merubah warna alginat yang semula berwarna coklat gelap menjadi warna yang lebih muda, seperti krem atau kuning muda. Proses ini melibatkan proses oksidasi juga absorbsi yang mengakibatkan perubahan warna suatu benda menjadi lebih baik dari yang sebelumnya.

Tahap setelah preparasi rumput laut adalah ekstraksi alkali. Tujuan dari penambahan alkali ini adalah untuk mendapatkan alginat dalam bentuk yang lebih stabil [1]. Perlakuan perendaman dengan alkali ini juga dapat mengurangi mineral di dalam rumput laut yang dapat menghasilkan kadar abu yang lebih rendah [2]. Secara praktiknya, Larutan natrium karbonat 1,5% dan rumput laut diaduk dalam tangki pengaduk selama 1-2 jam pada suhu antara 50 dan 95°C. Secara umum, waktu 2 jam pada suhu 50°C akan menghasilkan ekstraksi yang memuaskan dengan pemecahan alginat yang rendah untuk gulma yang telah mengalami pengecilan ukuran dan perlakuan awal dengan asam.

Selanjutnya dilakukan proses pengapungan dan filtrasi untuk memisahkan residu rumput laut dan juga larutan-larutan proses sebelumnya supaya hasil akhir lebih jernih. Setelah proses pengapungan dan filtrasi dilanjutkan dengan proses presipitasi. sodium alginat yang terbentuk diberikan cairan HCl untuk mengekstrak alginat yang terdapat dalam larutan sodium alginat tersebut. Setelah diberikan larutan asam, sodium alginat akan membentuk suatu lapisan gel yang mengapung dan tidak dapat difiltrasi, sehingga setelah terbentuknya lapisan tersebut harus dilakukan scrapping dari reaktornya. Terjadi pengapungan alginat karena pada saat proses ekstraksi alkali masih terdapat sisa sodium karbonat yang bereaksi bersama dengan asam sehingga menghasilkan

Tabel 1.  
Produksi rumput laut di Indonesia

Tahun	Volume (ton)
2007	1.751.452
2008	2.145.060
2009	2.963.556
2010	3.915.017
2011	5.170.201
2012	6.514.854
2013	9.310.874
2014	10.076.992
2015	11.269.342
2016	11.050.301
2017	10.547.552
2018	10.320.226
2019	9.900.000
2020	9.680.000
2021	9.120.000

gas Karbon dioksida yang mampu mengangkat alginat yang terbentuk ke permukaan larutan [3]. Terakhir adalah proses pengeringan yang berfungsi untuk menurunkan kandungan air dalam produk alginat sehingga kualitas dari alginat memenuhi standar yang digunakan.

## II. DATA DASAR PERANCANGAN

### A. Ketersediaan dan Kualitas Bahan Baku

Bahan baku untuk memproduksi Alginat dapat berasal dari berbagai sumber daya alam ataupun sumber energi lainnya seperti rumput laut, bahan kimia, air, dan udara. Dalam hal ini, rumput laut digunakan sebagai sumber bahan baku yang akan diambil kandungan alginatnya. Berdasarkan data pada laman Kementerian kelautan dan Perikanan Republik Indonesia diperoleh data bahwa pada tahun 2019 KKP mencatat angka produksi rumput laut nasional sebesar 9,9 juta ton. Bahkan merujuk pada data FAO (2019), Indonesia merupakan produsen terbesar nomor 1 untuk jenis *Eucheuma cottoni* dengan tujuan utama ekspor ke China. Adapun data produksi rumput laut di Indonesia sebagaimana terlampir pada Tabel 1.

Dari semua jenis rumput laut coklat yang ada di Indonesia dipilih jenis rumput laut *Sargassum crassifolium*. Selanjutnya jenis rumput laut yang dipilih memiliki komposisi seperti pada Tabel 2 [4].

### B. Kapasitas Produksi

Dalam penentuan kapasitas pabrik dilihat berdasarkan permintaan yang dibutuhkan dimasa mendatang pada saat pabrik mulai dapat beroperasi untuk memproduksi suatu produk. Penentuan kapasitas pabrik alginat ini akan bergantung pada kebutuhan alginat Indonesia sendiri. Hal ini dikarenakan Indonesia sendiri masih belum terdapat pabrik produksi alginat sehingga penggunaan alginat di Indonesia seluruhnya bergantung pada impor. Menurut McHugh, Indonesia mengimpor 1.100 ton alginat pada tahun 2003 [3]. Dan menurut BPS pada tahun 2018 jumlah impor alginat di Indonesia adalah 1650 ton alginat. Berikutnya Tabel 3 akan menunjukkan estimasi impor alginat di Indonesia beserta rata-rata kenaikan per tahun.

Dikarenakan suplai alginat di Indonesia hanya dibebankan dari impor maka kebutuhan alginat Indonesia sama dengan alginat yang diimpor. Oleh karena itu, dipilih untuk kapasitas dari pabrik ini sebesar 2205 ton alginat per tahun.

Tabel 2.  
Komposisi rumput laut *sargassum crssifolium*

Komposisi	Kadar (% , b/b)	Keterangan
Protein	5,19 ± 0,13	Berat Basah
Isoleusin	0,485	Berat Kering
Leusin	0,72	Berat Kering
Lisin	0,352	Berat Kering
Fenilalanin+tirosin	0,789	Berat Kering
Metionin+sistein	0,394	Berat Kering
Treonin	0,4	Berat Kering
Valin	0,49	Berat Kering
Arginin	0,394	Berat Kering
Ash	36,93 ± 0,34	Berat Kering
Ca (mg/100g)	1540,66 ± 6,99	Berat Kering
Fe (mg/100g)	132,65 ± 3,47	Berat Kering
P (mg/100g)	474,03 ± 1,01	Berat Kering
Vit A (µg RE/100g)	489,55 ± 8,4	Berat Kering
Vit C (mg/100g)	49,01 ± 0,75	Berat Kering
Lemak	1,63 ± 0,01	Berat Kering
Alginat	37,91 ± 0,34	Berat Kering
Air/ Water	37,91	-

Tabel 3  
Data impor alginat dalam ton

Tahun	Volume (ton)
2018	1.698,4855
2019	1.748,3959
2020	1.799,7730
2021	1.852,6598
2022	1.907,1007
2023	1.963,1414
2024	2.020,8288
2025	2.080,2114
2026	2.141,3389
2027	2.204,2627

Tabel 4.  
Data potensi alginat beberapa daerah di Sulawesi Utara.

Distrik	Reef Area (ha)	Keterangan
Bolaangmongodow	6.642,20	390,6
manado City	1.375,90	80,9
Minahasa	2.247,30	132,2
South Minahasa	6.872,80	404,2
North Minahasa	12.769,80	751
Sanghite Island	13.171	774,6
Talaud Island	2.815,90	165,6
Total	45.894,90	2699,1

C. Lokasi dan Ketersediaan Utilitas

Dalam proses produksi alginat, bahan baku utama yang digunakan adalah rumput laut cokelat. Dimana pada produksi ini akan digunakan rumput laut cokelat jenis *sargassum crassifolium*. Meskipun telah dipilih daerah di Jawa Timur tetapi rumput laut yang akan digunakan adalah dari petani di daerah Sulawesi khususnya Sulawesi Utara. Data telah diperoleh bahwa daerah Sulawesi Utara memiliki potensi alginat melebihi dari jumlah kapasitas pabrik yang akan dirancang. Data potensi alginat beberapa daerah di Sulawesi Utara ditunjukkan pada Tabel 4 [4].

Berdasarkan data potensi alginat tersebut dapat dihitung untuk produksi rumput laut cokelat jenis *sargassum* yang dimiliki pulau Sulawesi. Berdasarkan perhitungan dengan rendeman 47,56% alginat dalam rumput laut cokelat jenis *Sargassum*.

$$\text{Potensi} = 2699,1 \frac{\text{ton}}{\text{tahun}}$$

$$\text{Potensi} = 340,7955 \frac{\text{kg}}{\text{jam}}$$

Dengan potensi sebesar 340,7955 kg/jam dapat dihitung total bahan baku dengan rumus:

$$\text{Rendeman} = \frac{\text{produk (alginat)}}{\text{bahan baku (rumput laut)}}$$

$$\text{Bahan baku (rumput laut)} = \frac{\text{produk (alginat)}}{\text{rendeman}}$$

$$\text{Bahan baku (rumput laut)} = \frac{340,7955 \frac{\text{kg}}{\text{jam}}}{0,4756}$$

$$\text{Bahan baku (rumput laut)} = 715,559 \frac{\text{kg}}{\text{jam}} = 5675,147 \frac{\text{ton}}{\text{tahun}}$$

Dari hasil penghitungan didapatkan untuk pulau Sulawesi memiliki produksi bahan baku rumput laut cokelat sebesar 5675,147 ton/tahun.

Kemudian untuk pabrik yang akan dibangun pada Kabupaten Sumbawa Barat berdasarkan Dinas Perdagangan Kabupaten Sumbawa (2020), daerah Sumbawa tersebut memiliki 2082,76 ton/tahun ekspor untuk rumput laut jenis *Sargassum*.

Kualitas rumput laut dari daerah di Sulawesi Utara ini dapat dilihat pada Tabel 2. Dengan kualitas tersebut berdasarkan Food Chemical Codex (FCC) untuk mendapatkan alginat dengan kualitas Food Grade diperlukan kualitas pada Tabel 5.

Dengan syarat kualitas dari FCC tersebut maka dapat disimpulkan bahwa alginat yang dihasilkan oleh daerah Sulawesi Utara dapat diklasifikasikan dalam alginat *food grade* hanya perlu untuk berwarna putih. Apabila nantinya ternyata tidak dilakukan treatment untuk membuat warna dari alginat menjadi lebih putih maka alginat tersebut hanya dapat digunakan untuk *industrial grade*.

D. Lokasi Pabrik

Tujuan dari penentuan lokasi suatu pabrik adalah menunjang proses produksi dari faktor harga bahan baku hingga pemilihan lokasi. Lokasi pabrik yang dipilih diharapkan dapat membuat proses produksi lebih efisien dan produktif. Beberapa faktor yang dipertimbangkan dalam pemilihan lokasi produksi adalah pasokan bahan baku; ketersediaan utilitas yang meliputi listrik, air, dan *fuel gas*; wilayah pemasaran; lahan kosong yang tersedia; sumber tenaga kerja; upah minimum kerja; aksesibilitas dan fasilitas transportasi; hukum dan peraturan; iklim dan topografi.

Penentuan lokasi pabrik dapat ditentukan menggunakan aplikasi Expert Choice dengan menggunakan metode Analytical Hierarchy Process (AHP). Hasilnya ditunjukkan pada Tabel 6.

Setelah dilakukan pembobotan untuk tiap kriteria selanjutnya dilakukan perhitungan berdasarkan kemampuan yang dimiliki pada masing-masing daerah berdasarkan tiap kriteria yang dipilih. Hasilnya ditampilkan pada Tabel 7.

Berdasarkan Tabel 7 dengan nilai 2,9280 Bitung, Sulawesi Utara akan dipilih menjadi lokasi berdirinya pabrik alginat nantinya.

III. URAIAN PROSES

Secara garis besar, proses dalam pabrik ini terbagi menjadi beberapa tahap yaitu *size reduction*, *acid treatment*, *fenton*

Tabel 5.  
Kualitas *food grade* untuk alginat

Parameter	Quality
Moisture %	<15%
Ash %	18%-27%
pH	3,5-10
Viscosity	1-5000 cPs
Colour	White

Tabel 6.  
Nilai pembobotan AHP *calculator*

Aspek	Pembobotan (%)
Ketersediaan bahan baku (ton/tahun)	41.9
Ketersediaan listrik (MW)	15.7
Ketersediaan air (luas sungai dan danau, km <sup>2</sup> )	11.1
Ketersediaan tenaga kerja (tingkat pengangguran,%)	10.8
UMP (Rp)	8
Ketersediaan lahan (km <sup>2</sup> )	7
Fasilitas	2.5
Rata-rata suhu (°C)	1.6
Rata-rata kecepatan angin (km/jam)	1.4
Total	100

Tabel 7.  
Nilai penghitungan melalui AHP *calculator*

Aspek	Bitung Nilai	Sumbawa Nilai
Ketersediaan bahan baku (ton/tahun)	1,5304	0,5646
Ketersediaan listrik (MW)	0,3547	0,4303
Ketersediaan air (luas sungai dan danau, km <sup>2</sup> )	0,2605	0,2945
Ketersediaan tenaga kerja (tingkat pengangguran,%)	0,3537	0,1863
UMP (Rp)	0,2301	0,1699
Ketersediaan lahan (km <sup>2</sup> )	0,0165	0,3335
Fasilitas	0,1000	0,0250
Rata-rata suhu (°C)	0,0401	0,0399
Rata-rata kecepatan angin (km/jam)	0,0420	0,0280
Total	2,9280	2,0720

treatment, bleaching, ekstraksi alkali, filtrasi, presipitasi, serta unit pembubukan dan pengeringan. *Block diagram* dari pabrik ini dapat dilihat pada Gambar 2.

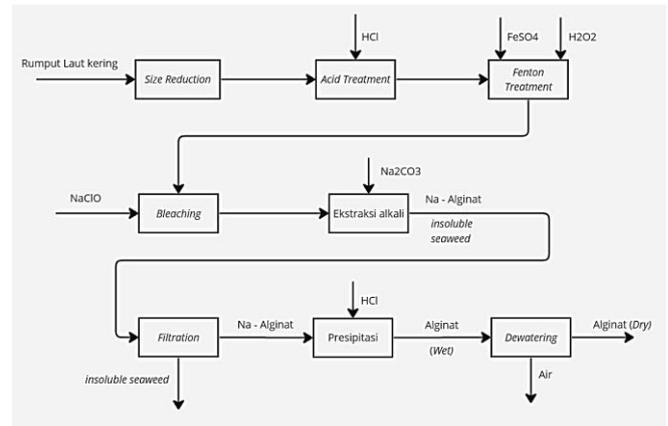
A. *Size Reduction*

Proses *size reduction* diperlukan untuk mempercepat laju reaksi dan meningkatkan area reaksi ekstraksi alginat dari rumput laut. Pengecilan ukuran ini akan dilakukan hingga berukuran 5-10 mm<sup>2</sup>. Proses ini menggunakan alat *rotary knife cutter* (C-101) yang akan mengecilkan ukuran rumput laut menjadi 5-10 mm<sup>2</sup>.

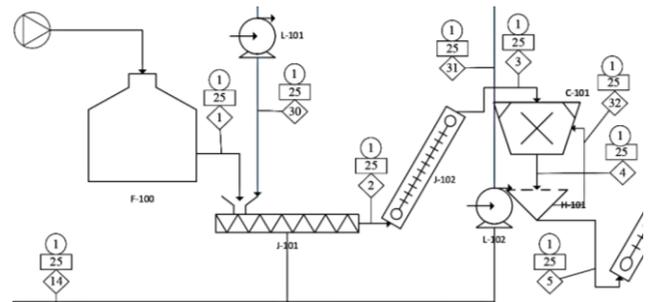
Kemudian dilakukan filtrasi menggunakan screener (H-101) dengan ukuran 5-10 mm<sup>2</sup>, ukuran sesuai akan lanjut ke tangki penampung sementara atau hooper (T-101), rumput laut dengan ukuran yang masih lebih dari yang diinginkan akan di-recycle kembali ke disintegrator hingga ukuran yang diinginkan. Tahapan *size reduction* diberikan pada Gambar 3.

B. *Acid Treatment*

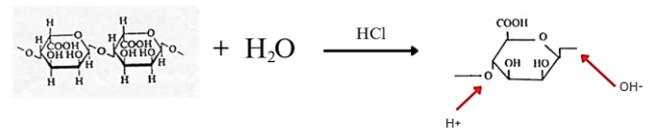
Rumput laut dari tangki penampungan akan dialirkan menuju continuous stirred tank (R-101) untuk dilakukan proses acid treatment selama 30 menit. Pada proses ini dilakukan pemecahan polisakarida pada dinding sel dengan penambahan larutan HCl untuk menghidrolisis dinding sel rumput laut hingga menjadi senyawa monosakarida agar lebih mudah untuk memisahkan alginat dari dalam rumput laut cokelat. Pada unit ini terjadi penambahan suhu dengan menggunakan steam, untuk menaikkan suhu dari 25°C



Gambar 2. *Block diagram* proses.



Gambar 3. Tahap *size reduction*.



Gambar 4. Reaksi hidrolisis.

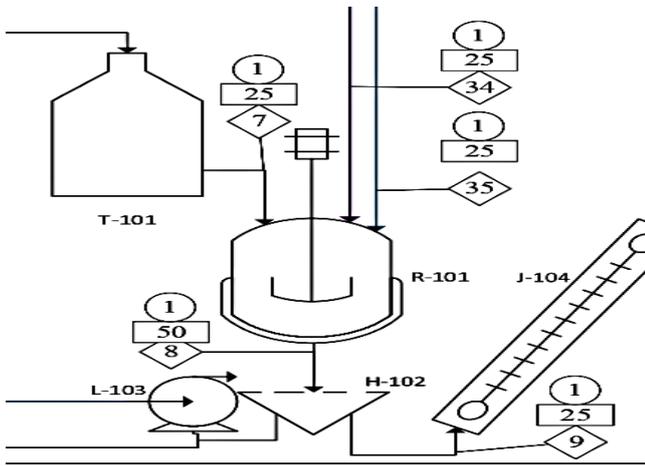
menjadi suhu 50°C. Reaksi hidrolisis diberikan pada Gambar 4 [5].

Kalsium alginat yang terbentuk diubah ke alginat sehingga lebih siap untuk diekstrak dengan menggunakan alkali daripada hanya kalsium alginat biasa. Asam mineral juga menghilangkan semua bahan kimia fenolik yang larut dalam asam. Penghapusan senyawa fenolik sangat penting karena senyawa tersebut (a) menghasilkan produk oksidasi/polimerisasi coklat dengan alkali dan merupakan penyebab utama terjadinya perubahan warna gelap yang terjadi selama ekstraksi basa dan (b) mengurangi viskositas alginat [6]. Tahap acid treatment diberikan pada Gambar 5.

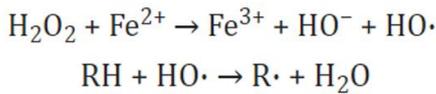
C. *Reaksi Fenton*

Reaksi yang selanjutnya dilakukan adalah reaksi Fenton yang berlangsung pada reaktor (R-102) selama 90 menit reaksi Fenton akan menyebabkan munculnya gugus hidroksil yang akan mengikat salah satu senyawa pengotor yang bernama Methionine dan akan menghasilkan gugus metionin yang radikal, sehingga dapat ditangkap oleh senyawa pengikat pada proses bleaching pada reaktor (R-103).

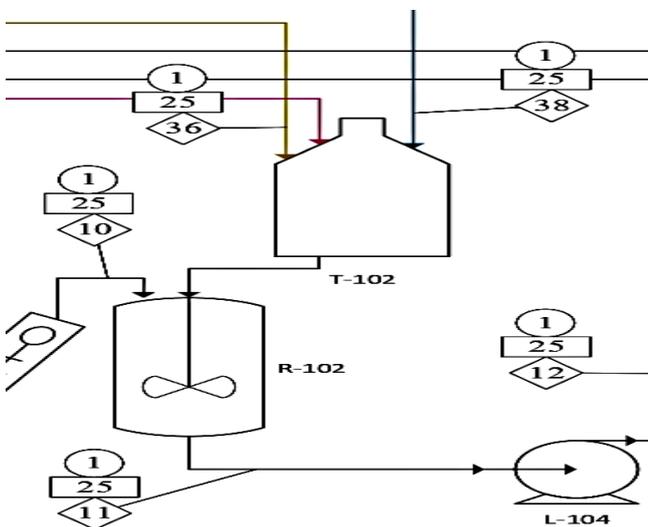
Pada proses reaksi fenton menggunakan larutan H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 0,01 M juga Fe<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0,0074 M yang akan dicampur pada tangki hingga terbentuk suatu senyawa hidroksil yang akan mengikat unsur hidrogen dari senyawa pengotor warna (Methionine). Kemudian pada proses selanjutnya akan bereaksi bersama dengan O<sub>2</sub> reaktif yang terbentuk dari bleaching treatment. Reaksi fenton yang terjadi diberikan pada Gambar 6. Dan tahap reaksi fenton diberikan pada Gambar 7.



Gambar 5. Tahap acid treatment.



Gambar 6. Reaksi fento.



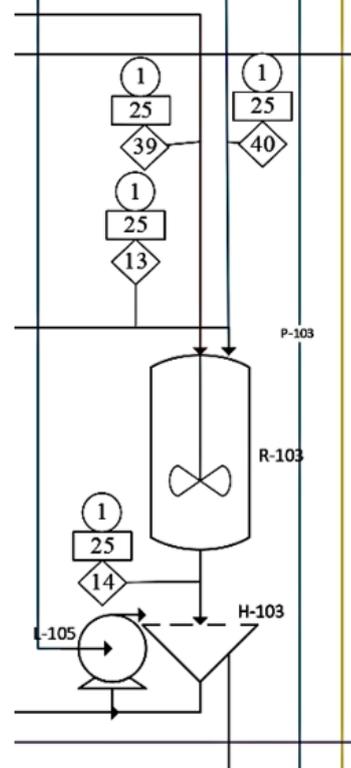
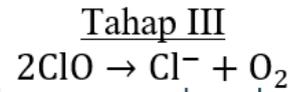
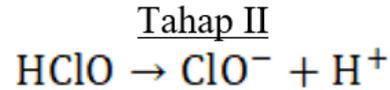
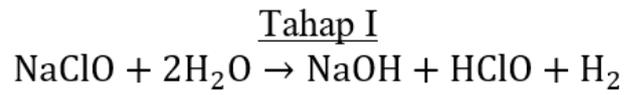
Gambar 7. Tahap reaksi fenton.

D. Bleaching Treatment

Proses bleaching terjadi pada reaktor (R-103) dengan tujuan untuk mengikat gugus metionin hidroksil dengan oksigen agar dapat terbuang dengan cara filtrasi dengan filter (H-103) menuju ke waste. Pada reaktor ini dilakukan penambahan NaClO encer 0,024 w/v%, yang akan bereaksi dengan air untuk membentuk senyawa asam Hipoklorit yang nantinya akan terpecah menjadi gugus ClO<sup>-</sup> dan juga H<sup>+</sup>. Setelah terbentuknya ClO<sup>-</sup>, akan terbentuk oksigen reaktif yang akan mengikat senyawa Methionine yang sudah melepaskan senyawa H<sup>+</sup> dari strukturnya, yang kemudian akan dibuang melalui waste. Gambar 8 adalah reaksi yang terjadi dari bleaching treatment.

E. Ekstraksi Alkali

Ekstraksi alkali dilakukan dengan reaktor dengan jaket (R-201) yang berguna untuk mengekstraksi alginat dari dalam rumput laut dan menjadi natrium alginat. Pemanasan terjadi dengan menggunakan steam yang akan menaikkan suhu dari 25 °C menjadi suhu 50°C. Jacket digunakan agar suhu dari isi reaktor tidak berubah dan tetap mempertahankan suhu dari reaktor. Cooling water juga digunakan pada ekstraksi alkali dikarenakan reaksi yang terjadi pada reaktor ini adalah



Gambar 8. Tahap bleaching.

eksotermal sehingga digunakan untuk menjaga suhu tidak melebihi 50°C.

Pada reaktor ini ditambahkan larutan Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 0,015 w/v%, untuk dilakukan ekstraksi unsur hidrogen dari asam alginat yang sudah terbentuk di dalam rumput laut cokelat yang telah terbentuk. Reaksi ekstraksi alkali diberikan pada Gambar 9 [4]. Dan tahap ekstraksi alkali diberikan pada Gambar 10.

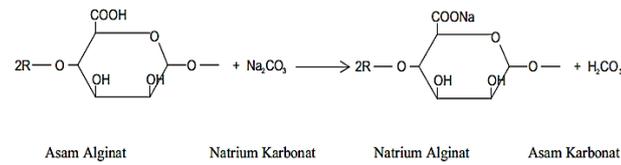
F. Filtrasi

Setelah melalui ekstraksi alkali, proses selanjutnya adalah filtrasi dengan menggunakan Clarifier (H-211) yang berguna untuk menghilangkan insoluble solid dari rumput laut yang sudah tidak dapat bereaksi dengan zat-zat lain. Tahap Filtrasi diberikan pada Gambar 11.

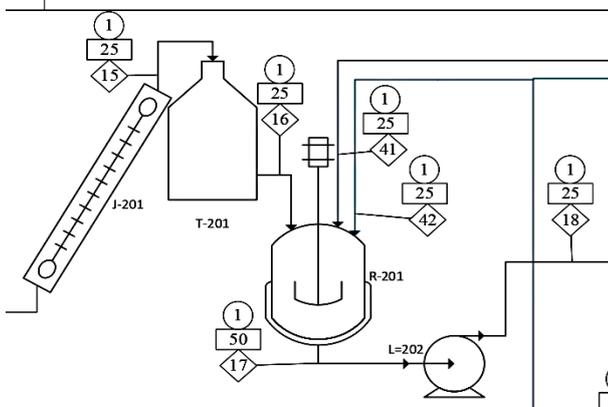
G. Presipitasi

Lanjut pada reaktor presipitasi (R-301) dengan melakukan penambahan larutan HCl yang bertujuan untuk mengambil alginat dari senyawa natrium alginat dan menjadikan asam alginat, kemudian ion natrium akan bereaksi dengan ion Cl<sup>-</sup> dan menghasilkan garam NaCl. Setelah melalui proses ini hasil asam alginat dan juga limbah-limbah side-productsnya akan difilter menggunakan rotary drum filter (H-301) untuk menyisakan hanya asam alginat yang masih dalam kondisi basah.

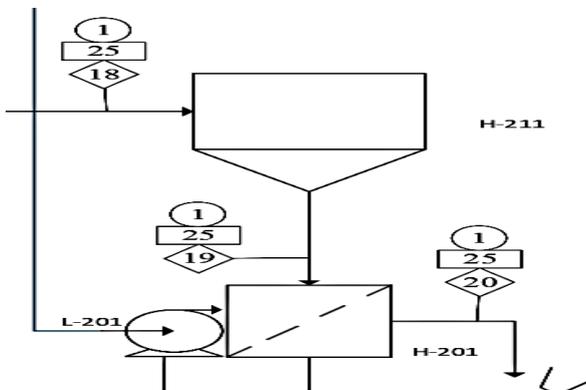
Pada langkah ini digunakan HCl berkonsentrasi 0,05 w/v% untuk bertukar tempat dengan gugus natrium yang terdapat pada natrium alginat yang telah terbentuk. Pada proses ini



Gambar 9. Reaksi ekstraksi alkali.



Gambar 10. Tahap ekstraksi alkali.



Gambar 11. Tahap filtrasi.

akan menghasilkan produk yang kita inginkan yaitu asam alginat dengan side product garam natrium klorida. Reaksi tahap presipitasi diberikan pada Gambar 12. Dan tahap presipitasi diberikan pada Gambar 13.

**H. Pengeringan**

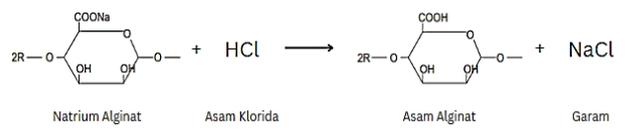
Dari asam alginat yang masih basah dilakukan dewatering dengan menggunakan *tray dryer* (B-301). *Tray dryer* mendapatkan supply pemanas dari heat exchanger (E-301) dengan suhu 110 °C selama satu jam untuk mengurangi kandungan air yang terdapat dalam asam alginat yang terbentuk. Tahap pengeringan diberikan pada Gambar 14.

**IV. MATERIAL BALANCE DAN PERHITUNGAN EKONOMI**

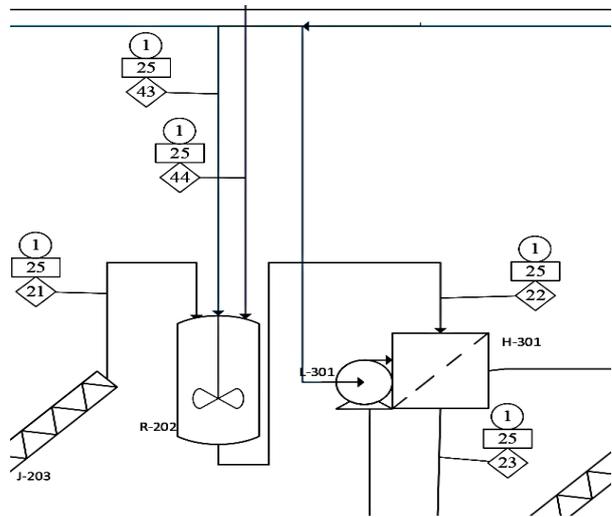
Berdasarkan hasil dari perhitungan neraca massa, dengan 330 hari/tahun, 24jam/hari, dan basis yang digunakan adalah kg/jam, dibutuhkan bahan baku rumput laut cokelat sebanyak 861,51 kg/jam yang nantinya akan menghasilkan 236,385 kg/jam.

**V. KESIMPULAN**

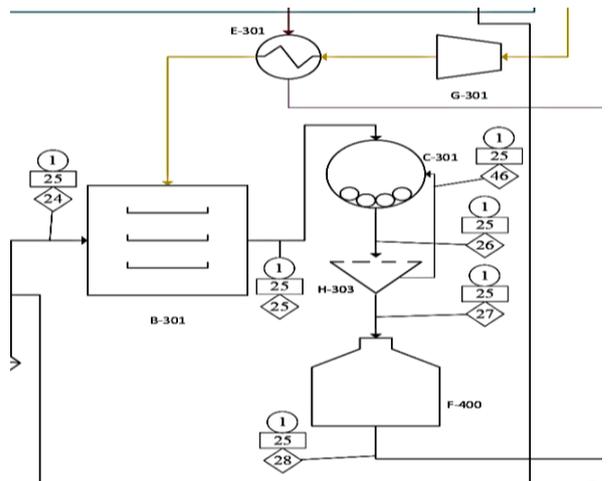
Pabrik alginat dari rumput laut cokelat jenis *Sargassum crassifolium* ini memenuhi persyaratan dari aspek teknis, ekonomis, dan lingkungan. Sehingga, dapat disimpulkan sebagai berikut: (1) Perencanaan operasi: kontinu, 24



Gambar 12. Reaksi tahap presipitasi.



Gambar 13. Tahap presipitasi.



Gambar 14 Tahap pengeringan.

jam/hari, selama 330 hari. (2) Kapasitas produksi: 236,385 kg/jam. (3) Kebutuhan bahan baku: 861,51 kg rumput laut cokelat/jam. (4) Umur pabrik: 10 tahun. (5) Masa konstruksi: 2 tahun. (6) Analisa ekonomi: Investasi Total (TCI): Rp 170.733.166.473, Biaya produksi total: Rp 948.189.716.589, *Revenue*: 53.685.414.251, *Internal Rate of Return (IRR)*: 22,84%, *Pay Out Time (POT)*: 3,69 tahun, *Net Present Value (NPV)*: Rp 263.945.534.497,74, *BEP* : 41,32%.

Berdasarkan data-data di atas yang sudah ditinjau dari aspek teknis dan aspek ekonomis, pabrik alginat dari rumput laut cokelat jenis *Sargassum crassifolium* ini sudah memenuhi syarat untuk dilanjutka ke tingkat perencanaan.

**DAFTAR PUSTAKA**

[1] A. Wibowo, A. Ridlo, and S. Sedjati, "Pengaruh suhu ekstraksi terhadap kualitas alginat rumput laut turbinaria sp. dari Pantai Krakal, Gunung Kidul-Yogyakarta," *J. Mar. Res.*, vol. 2, no. 3, pp. 15–24, 2013, doi: 10.14710/jmr.v2i3.3127.

[2] M. Mirza, A. Ridlo, and R. Pramesti, "Pengaruh perendaman larutan KOH dan NaOH terhadap kualitas alginat rumput laut *Sargassum polycystum* C.A. Agardh," *J. Mar. Res.*, vol. 2, no. 1, pp. 41–47, 2013, doi: 10.14710/jmr.v2i1.2053.

[3] D. J. McHugh, *Production and Utilization of Products from*

- Commercial Seaweeds*. Campbell, Australia: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 1987. ISBN: 9251026122.
- [4] S. R. N, "Pra Rancangan Pabrik Pembuatan Natrium Alginat (Na-Alginat) dari Rumput Laut Coklat (Phaeophyceae) dengan Proses Ekstraksi Kapasitas 7000 Ton/tahun," Departemen Teknik Kimia, Universitas Sumatera Utara, 2009.
- [5] T. Handayani, Sutarno, and A. D. Setyawan, "Analisis komposisi nutrisi rumput laut *Sargassum crassifolium* J. Agardh.," *Biofarmasi*, vol. 2, no. 2, pp. 45–52, 2004, doi: 10.13057/biofar/f020201.
- [6] J. T. Anggadiredja, S. Istini, A. Zalnika, and H. Purwoto, *Rumput Laut: Pembudidayaan, Pengelolaan dan Pemasaran Komoditas Perikanan Potensial*. Jakarta: Penebar Swadaya, 2006. ISBN: 9794899860.